

УДК 676.163/164.2.001.5

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛУФАБРИКАТОВ СВЕРХВЫСОКОГО ВЫХОДА И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕАЛИЗАЦИИ

*В. Е. ЧИБИРЕВ, А. Б. КУРЯТНИКОВ, Ю. С. АСТАХОВ*

ВНИИБ

Существующие производства полуфабрикатов сверхвысокого выхода (ПСВВ) из-за отсутствия систем регенерации химикатов и утилизации растворенных органических веществ имеют довольно высокий удельный уровень загрязнений (в расчете на ХПК 100... 200 кг O<sub>2</sub> на 1 т продукта), поступающих на очистные сооружения со сточными водами, удельный объем которых составляет 15... 20 м<sup>3</sup>/т.

В настоящее время во всем мире повышаются экологические требования к промышленным предприятиям. В ближайшем будущем можно прогнозировать ужесточение норм сброса стоков не только для целлюлозных заводов, использующих хлор при делигнификации и отбелке, но и производящих ПСВВ.

Обеспечение предельно допустимых сбросов путем очистки всех образующихся загрязнений на очистных сооружениях вследствие больших капитальных затрат на их строительство снижает экономические преимущества производства ПСВВ по сравнению с сульфатной целлюлозой. Для устранения стоков требуется разработка новых технологий, обеспечивающих увеличение концентрации отработанных растворов, а также систем выведения и последующего сжигания образующихся загрязнений.

В 1991—1992 гг. в Канаде введены в действие два предприятия по выпуску товарной беленой химико-термомеханической массы (ХТММ) с «нулевым стоком» мощностью 160 тыс. т/год (г. Четвинд, Британская Колумбия) [1, 2] и 240 тыс. т/год (г. Миэдоу Лэйк, Саскачеван) [3].

На этих предприятиях ХТММ производят щелочно-перекисным способом. Отработанные растворы и сточные воды после концентрирования сжигают. Зола, состоящую в основном из карбоната натрия, превращают путем каустизации в гидроксид натрия, который, в свою очередь, используют в производстве или реализуют в качестве товарного продукта на одном из сульфат-целлюлозных заводов. Проблема концентрирования стоков на этих заводах решена по-разному. В г. Четвинде она осуществляется главным образом за счет низкотемпературной кристаллизации (вымораживания), а в г. Миэдоу Лэйк — путем выпаривания. Стоки заводов ХТММ имеют низкую концентрацию сухих веществ (около 2 %). По этой причине стоимость установленных на канадских предприятиях систем концентрирования составляет примерно 30 % от основного оборудования.

Для России в условиях спада производства реализация подобных проектов сопряжена со значительными финансовыми трудностями.

По нашему мнению, кроме вышперечисленных, существует также возможность обеспечения экологической безопасности производства ПСВВ путем интегрирования его с производством сульфатной целлюлозы и использования существующей системы регенерации химикатов.

Первым условием обеспечения такой возможности является применение для химической обработки при получении ПСВВ химикатов, находящихся в системе регенерации сульфат-целлюлозного производства, вторым — увеличение концентрации сухих веществ и, прежде всего, органической части отработанных растворов производства полуфабрикатов.

Удовлетворить оба эти условия можно при использовании для химической обработки смеси белого и черного щелоков. Белый щелок обеспечил бы требуемое качество полуфабриката, а черный — необходимую концентрацию органических веществ в отработанных растворах.

Выполненные нами исследования и расчеты показывают возможность повышения концентрации отработанных растворов при получении ПСВВ, что обеспечивает необходимые условия их выпаривания и утилизации в системе сульфат-целлюлозного производства. Использование совместной регенерации химикатов позволяет резко увеличить задаваемый расход реагентов на химическую обработку в производстве ПСВВ без повышения их фактического расхода. При этом появляется возможность реализации альтернативного варианта предварительного концентрирования стоков ПСВВ путем применения в гидромодуле значительных объемов отработанных черных щелоков вместо максимального уменьшения гидромодуля химической обработки.

Получаемый таким образом полуфабрикат из лиственной древесины отличается довольно высокими показателями прочности:

Степень помола . . . . .	60 °ШР
Масса 1 м <sup>2</sup> . . . . .	75 г
Выход . . . . .	87 % от абс. сух. древесины
Объемная масса . . . . .	0,7 г/см <sup>3</sup>
Разрывная длина . . . . .	7000 м
Сопротивление продавливанию . . . . .	200 кПа
Сопротивление излому . . . . .	100 ч. д. п.

Добавка белого щелока мало влияет на количество загрязнений, поступающих с массой на картоноделательную машину и последующую очистку (см. таблицу), и в основном регламентируется требованиями к выходу и прочностным характеристикам полуфабриката.

Объем сбрасываемых от производства ПСВВ загрязнений будет определяться степенью замкнутости водооборота производства сульфатной целлюлозы и всего комбината. Для обеспечения «нулевого стока» от

**Характеристика загрязнений при получении ХТММ с массовой долей белого щелока в пропиточном растворе 10% (числитель) и 15% (знаменатель)**

Вид загрязнения	Объем на 1 т продукта, м <sup>3</sup>	Сухой остаток на 1 т продукта, кг	Массовая концентрация, %
Всего образующихся и введенных	4,5/4,7	506/549	11,2/11,7
В том числе:			
образующиеся	—	179/241	—
введенные	3,0/2,8	327/308	11,0/11,0
Всего отбираемых перед размолом	3,5/3,7	392/433	11,2/11,7
В том числе за счет:			
дренирования	2,0/2,2	224/257	11,2/11,7
отжима	1,5/1,5	168/176	11,2/11,7
отбора образующихся загрязнений	—	65/125	—
Отбираемые после размола путем отжима	1,0/1,0	72/73	7,2/7,3
Общее количество отбираемых загрязнений	4,5/4,7	137/198	10,0/10,8
Поступающие с массой на дальнейшую промывку	—	42/43	—

производства ПСВВ необходимо интегрировать его с производством сульфатной целлюлозы, имеющим максимально замкнутый водооборот.

Уменьшение или полное исключение сбрасываемых загрязнений от производства ПСВВ для предприятий, не имеющих замкнутого водооборота, связано с разработкой систем, обеспечивающих концентрирование отработанных растворов, выведение загрязнений из технологического цикла и их утилизацию. Для стоков с низким исходным содержанием сухих веществ наиболее приемлемым является метод низкотемпературной кристаллизации. Применительно к концентрированию разбавленных стоков этот метод требует реализации многоступенчатой схемы, которая в настоящее время прорабатывается.

Таким образом, проведенные исследования и расчеты показали принципиальную возможность промышленной реализации на интегрированных целлюлозно-бумажных предприятиях экологически безопасной технологии производства ПСВВ из лиственной древесины без значительных капитальных затрат на строительство систем концентрирования отработанных растворов. Прочностные характеристики полуфабриката позволяют использовать его в небеленом виде при производстве тарного картона.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Курдин Дж. А. Производство высококачественной механической массы в Канаде // Целлюлоза, бумага, картон.—1992.—№ 1.—С. 21—22. [2]. Forrest R. Freeze-dried Crystallization system key to zero-effluent pulp mill // Pulp and Paper J.—1991.—N 7.—P. 29—31. [3]. Stevenson S. With a zero-effluent mill Millar Western will meet the stringent Saskatchewan standards // Pulp and Paper Canada.—1990.—V. 91, N 4.—P. 16—17.

Поступила 16 марта 1993 г.

УДК 676.1.023.1

### НЕСТАЦИОНАРНЫЙ РЕЖИМ ГИПОХЛОРИТНОЙ ОТБЕЛКИ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Н. Н. КАЛИНИН

С.-Петербургская лесотехническая академия

В настоящее время на всех ступенях отбелики подача реагентов и нагрев целлюлозной массы осуществляются одновременно в различных смесителях, нагревателях или в вакуум-фильтрах. Исследование макрокINETИКИ подтверждает преобладающее влияние диффузионных факторов на скорость процесса отбелики целлюлозы [1].

Массоперенос реагента внутри волокна можно представить как диффузию в поре, совмещенную с химической реакцией. Описание этого процесса на основании модели нереагирующего ядра с переменным фронтом реакции известно как задача Стефана. Она имеет строгое решение при постоянстве искомой функции на границе, согласно которому степень превращения реагента пропорциональна корню квадратному из времени и коэффициента диффузии внутри поры. Аналогичный результат получен при описании процесса переноса вещества в пограничной к поверхности волокна пленке жидкости. Коэффициент диффузии в этом случае на порядок меньше, чем внутри поры, а значит, зависимости степени превращения от корня квадратного из времени для внешне- (I) и внутридиффузионной (II) стадий должны иметь разные углы наклона. Точка перегиба линейных зависимостей  $x_A = f(\sqrt{\tau})$  для I и II стадий указывает на их временные границы. Результаты исследований влияния